

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 80104595.6

51 Int. Cl.³: **H 04 R 5/02**
H 04 S 1/00

22 Anmeldetag: 04.08.80

30 Priorität: 18.08.79 DE 7923615 U
21.08.79 DE 2933842
22.08.79 DE 2934000

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
18.03.81 Patentblatt 81/11

84 Benannte Vertragsstaaten:
CH DE FR GB LI NL

71 Anmelder: Braun Aktiengesellschaft
Rüsselsheimer Strasse 22
D-6000 Frankfurt/Main(DE)

72 Erfinder: Riedlinger, Rainer, Dr. Ing.
Göhrenstrasse 16
D-7500 Karlsruhe 51(DE)

72 Erfinder: Koch, Walter, Dr. Ing.
Frankfurter Strasse 26
D-6242 Kronberg(DE)

72 Erfinder: Schneider, Peter
Am Hasensprung 23
D-6240 Königstein 3(DE)

72 Erfinder: Hartwein, Peter
Frankfurter Strasse 14a
D-6240 Königstein(DE)

74 Vertreter: Einsele, Rolf et al,
Braun Aktiengesellschaft Postfach 1120 Am
Schanzenfeld
D-6242 Kronberg Taunus(DE)

54 Anordnung zur akustischen Wiedergabe von Signalen, die mittels eines rechten und eines linken Stereo-Kanals darstellbar sind.

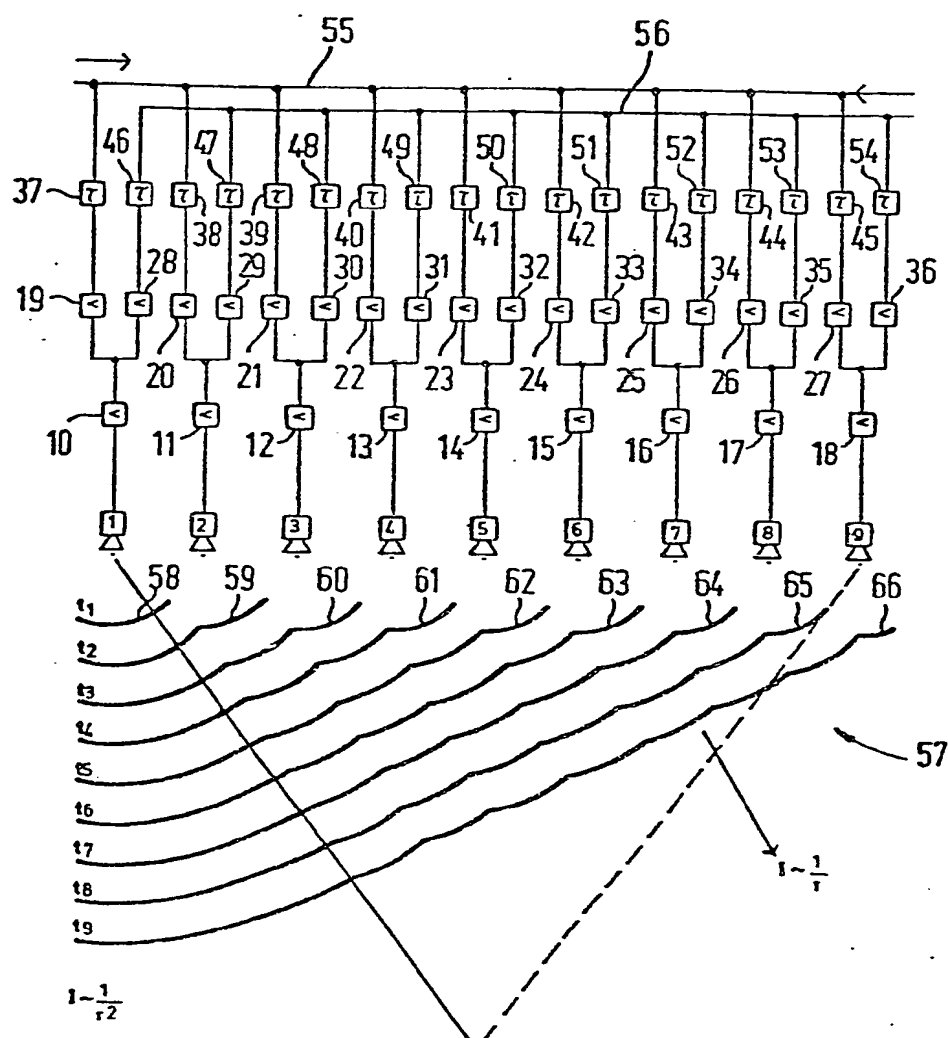
57 Mit Hilfe mehrerer Einzellautsprecher (1-9) die vorzugsweise auf einer Geraden aufgestellt sind, werden zwei zueinander geneigte Wellenfronten erzeugt, die auf einem großen Raum eine Stero-Lokalisation gestatten. Die Einzellautsprecher (1-9) werden dabei über jeweils individuelle Verzögerungselemente (37-45, 46-54) sowohl mit dem linken als auch dem rechten Stereo-Signal beaufschlagt. Bei einer vorteilhaften Ausführungsform werden unverzögerte Links- bzw. Rechtsstereo-Signale auf Tieftöner (74, 75) gegeben, während nur die Hoch- und Mitteltöner (1-9) mit verzögerten Signalen beaufschlagt werden.

EP 0 025 118 A1

Best Available Copy

./...

FIG. 1



Anordnung zur akustischen Wiedergabe von Signalen, die mittels
eines rechten und eines linken Stereo-Kanals darstellbar sind

05 Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur akustischen Wiedergabe
von Signalen, die mittels eines rechten und eines linken Stereo-
Kanals darstellbar sind, wobei diese Anordnung mehrere Einzellaut-
sprecher enthält, von denen wenigstens einige über Verzögerungs-
einrichtungen mit dem rechten und dem linken Stereo-Kanal verbunden
sind.

10 In der akustischen Wiedergabetechnik besteht seit langem das Be-
dürfnis, die aufgenommenen Schallereignisse so naturgetreu wie mög-
lich wiederzugeben. Dieses Bedürfnis läßt sich mit nur einem Kanal
beziehungsweise Lautsprecher nicht befriedigen, weil dieser keinen
räumlichen Schalleindruck vermittelt. Es wurde deshalb die sogenann-
te Stereophonie vorgeschlagen, bei der zwei oder mehr Kanäle, d. h.
15 Übertragungswege, verwendet werden. Für die Rundfunk-, Schallplatten-
und Tonbandwiedergabe hat sich die zweikanalige Stereophonie durch-
gesetzt, während im Tonfilm bis zu fünf Kanäle Verwendung finden.
Nachteilig ist bei der zweikanaligen Stereophonie, daß sich der
Zuhörer auf der Symmetrielinie der Lautsprecheranordnung, also in
20 der Mitte zwischen den beiden Lautsprechern oder in deren Nähe be-
finden muß, um einen räumlichen Klangeindruck zu erhalten. Befindet
sich der Zuhörer dagegen rechts oder links von der Mitte der beiden

Lautsprecher, so entsteht ein einwandfreier stereophonischer Eindruck nur dann, wenn der Abstand des Zuhörers von den Lautsprechern sehr groß ist.

- 05 Die bekannte Stereoübertragung mit zwei Lautsprechern ermöglicht
"Richtungshören" also nur in einem sehr schmalen Bereich um die
Mittalebene der Stereobasis. Erhalten beide Lautsprecher dasselbe
Signal mit gleichem Pegel, so lokalisiert nur der Hörer, der sich
10 innerhalb dieses schmalen Bereichs befindet, die virtuelle Schall-
quelle exakt in der Richtung, die senkrecht zur Basis steht. Befin-
det sich der Hörplatz jedoch außerhalb dieses Bereichs, so hört
der Hörer die virtuelle Schallquelle aus einer Richtung, die zum
nächststehenden Lautsprecher hin gedreht ist. Dies beruht auf zwei
15 sich in ihrer Wirkung unterstützenden Ursachen. So ist einerseits
der Schallpegel, der vom näheren Lautsprecher kommt, höher als der
vom entfernteren Lautsprecher, und andererseits erreicht die Wellen-
front des näheren Lautsprechers den Zuhörer zuerst. Folglich
lokalisiert der Hörer, wie es das Gesetz der ersten Wellenfront be-
20 schreibt, verstärkt in Richtung des genannten Lautsprechers.
- Da eine Lautsprecheranordnung, die stereophones Hören nur in einer
schmalen Zone des Raums ermöglicht, in der Praxis nicht zufrieden-
25 stellend ist, sind schon erhebliche Anstrengungen unternommen wor-
den, stereophones Hören in einer großflächigen Zone vor den Laut-
sprechern zu ermöglichen. Derartige Bemühungen sind u. a. in der
DE-AS 1 081 051 beschrieben. Bei diesen vorbekannten Versuchen sind
für jeden Kanal eigene Lautsprechersysteme oder Lautsprechergruppen
vorgesehen, um mittels geeigneter Richtwirkung oder Reflexion an
30 ohnehin vorhandenen oder eigens dafür aufgebauten Seitenwänden die
Stereowirkung zu erhöhen. Obgleich durch diese Maßnahmen eine Ver-
breiterung des Bereichs, in dem stereophones Hören möglich ist, er-
reicht werden konnte, vermag ein derartiges System noch nicht voll
zu befriedigen. Zudem bedarf es eines großen baulichen Aufwandes
35 und solche Systeme sind auch nur unzulänglich an unterschiedliche
Einsatzerfordernisse anpaßbar, etwa hinsichtlich unterschiedlicher
Ausdehnung der Stereobasis.

Um diesen Nachteil zu beheben, sind schon verschiedene Lösungen vorgeschlagen worden. Einer dieser Vorschläge bezieht sich auf einen Transversalwellenlautsprecher mit einer Strahlerplatte (DE-PS 11 32 593, DE-PS 21 12 516; R. Riedlinger: Aufbau und Eigenschaften eines Transversalwellenlautsprechers, Diss. Karlsruhe 1973). Derartige Transversalwellenlautsprecher sind jedoch außerordentlich voluminös und haben überdies eine schlechte Wiedergabe hoher Frequenzen. Außerdem ist ihre Richtcharakteristik frequenzabhängig. Schließlich liegt die Richtcharakteristik der Strahlerplatte auch fest, so daß sie nicht den Erfordernissen unterschiedlicher Länge der Stereobasis angepaßt werden kann.

Zur Vermeidung von frequenzabhängigen Richtcharakteristiken wurde auch bereits vorgeschlagen, mehrere parallel angeordnete Linienschwinger zu verwenden, die jeweils nur einen bestimmten Frequenzbereich übertragen (DE-OS 22 60 741). Hierdurch wird der Aufbau einer schallabstrahlenden Anlage jedoch sehr aufwendig.

Es ist auch bereits eine Lautsprecheranordnung mit Richtwirkung bekannt, die eine Vielzahl von Einzellautsprechern aufweist, die mit Phasendrehgliedern verbunden sind, so daß die Richtung der Hauptabstrahlung gegenüber der zur Abstrahlfläche senkrechten Richtung geneigt werden kann (DE-PS 844 169). Wird diese Anordnung für die Wiedergabe von Zweikanal-Stereosendungen verwendet, so müssen zwei Lautsprecherketten vorgesehen werden. Dies trifft auch für weitere bekannte Lautsprecheranordnungen zu, welche mit mehreren Lautsprechern und Verzögerungsleitungen arbeiten (DE-AS 10 81 051, Spalte 4, Zeile 34 ff).

Eine weitere Anordnung (Walker, Wide range electrostatic loudspeakers, Wireless World, Mai 1955, Seite 208 ff und Juni 1955, Seite 265; Bürk: Ober elektrostatische Lautsprecher für größere Frequenzbereiche, Funkschau, 1957, Heft 23, Seiten 633-636), ist lediglich für die Anwendung bei elektrostatischen Lautsprechern geeignet. Um zwei schräg zueinander verlaufende Wellenfronten zu erhalten, muß hierbei ein im Längsstreifen unterteilter Kondensatorlautsprecher über

eine ganze Wandfläche vorgesehen sein, dessen Streifen als Kettenleiter ausgeführt sind. Dies ist ein Aufwand, der für durchschnittliche Wohnräume in der Regel nicht tragbar ist.

- 05 Schließlich ist auch noch ein Schallwiedergabesystem bekannt, welches mehrere Einzellautsprecher aufweist, die über Verzögerungseinrichtungen mit den beiden Stereokanälen verbunden sind (US-PS 4,105,864). Hierbei werden die Stereokanäle zuerst auf einen Mischer gegeben und dann individuell als einheitliches Signal für bestimmte
- 10 Lautsprecher verzögert. Den Lautsprechern werden also - mit Ausnahme von zwei Hauptlautsprechern - Monosignale zugeführt, die zwar unterschiedlich verzögert aber sonst gleich sind. Schräge Wellenfronten können sich dabei nicht ausbilden.
- 15 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Anordnung für die akustische Wiedergabe von Zweikanalstereophone-Signale zu schaffen, mit der an verschiedenen Orten eines Hörraums der Stereoeffekt deutlich wahrnehmbar ist und die mit diskreten Einzellautsprechern aufgebaut werden kann.
- 20 Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß das linke Stereosignal einem Einzellautsprecher mit einer diesem Lautsprecher jeweils zugeordneten ersten Verzögerung zugeführt ist und daß das rechte Stereosignal einem Einzellautsprecher mit einer diesem Lautsprecher
- 25 jeweils zugeordneten zweiten Verzögerung zugeführt ist, wobei die Verzögerungen der rechten und linken Stereosignale so bemessen sind, daß die von den Einzellautsprechern abgestrahlten Wellen zwei Wellenfronten bilden.
- 30 Weitere Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.
- 35 Der mit der Erfindung erzielte Vorteil besteht insbesondere darin, daß von jedem Platz aus, d. h. auch außerhalb der Stereomitte, eine sehr gute Lokalisierung des Tons möglich ist. Hallsignale oder dergleichen werden im Gegensatz zum Gegenstand der US-PS 4,105,864,

wo Verzögerungszeiten von $\tau \gg \frac{L}{340 \text{ m/s}}$ auftreten durch die Erfindung ($\tau \leq \frac{L}{340 \text{ m/s}}$) nicht erzeugt, so daß die Schallwiedergabe außerordentlich naturgetreu ist.

- 05 Die Erfindung geht u. a. von der Überlegung aus, daß die unbefriedigenden Ergebnisse bei bisherigen Bemühungen um eine verbesserte stereophone Wiedergabe von Tonsignalen im wesentlichen in der Tatsache begründet liegt, daß die bekannten Systeme eine freie, voneinander unabhängige Wahl der Parameter Verzögerung (Spurwellengeschwindigkeit), Pegelverlauf und Frequenzgang nicht erlauben. Die
- 10 Dimensionierung der vorbekannten Systeme führt nämlich zu einer starken Abhängigkeit dieser Parameter voneinander. Darüber hinaus ist beispielsweise die Anwendung von Strahlerplatten dadurch begrenzt, daß bei sehr tiefen Frequenzen Dispersion infolge des Auftretens von Biegewellen zu beobachten ist, was zu einer frequenzabhängigen Richtung der Abstrahlung führt.
- 15

- Das erfindungsgemäße Wiedergabesystem ist demgegenüber frei von diesen Nachteilen. Es weist keine ungewollte Dispersion auf. Der
- 20 Abstrahlwinkel kann nach Bedarf konstant gehalten werden. Die Amplituden der Signale in Ausbreitungsrichtung können den Erfordernissen entsprechend abfallen, oder auch ansteigend eingestellt werden. Frequenzabhängige Amplitudenveränderungen der Signale können vermieden oder den Erfordernissen entsprechend eingestellt werden,
- 25 beispielsweise um die mit steigender Frequenz schärfer werdende Bündelung von Lautsprechergruppen zu kompensieren.

- Kennzeichnend für das erfindungsgemäße System ist, daß die geeignete Wahl der Systemparameter, wie Anzahl und Verteilung der Lautsprecher, Verzögerung und/oder Pegeleinstellung der einzelnen Lautsprechersignale eine Gesamtrichtwirkung für den linken und für den
- 30 rechten Stereokanal eingestellt wird, welcher eine durch die Wahl des Hörplatzes vorgegebenen Laufzeitdifferenz der Links-, Rechts-Signaleinsätze solche Intensitätsdifferenz am Hörplatz entgegengesetzt, daß gemäß dem Summenlokalisationseffekt z. B. ein Monosignal -
- 35 unabhängig vom Hörplatz - stets frontal gehört wird. Bewegt sich

bei dem erfindungsgemäßen System hingegen ein Hörer im Schallfeld aus der Mitte beispielsweise nach links, so kommt am neuen Hörplatz das Linkssignal zwar auch früher an, aber das Rechtssignal ist dort infolge der speziellen Richtwirkung des Systems lauter. Hinzu kommt noch der Effekt, daß das Rechtssignal nicht so verspätet ankommt wie im Vergleichsfall. Wählt man nämlich die Verzögerungen so, daß die Wanderungsgeschwindigkeit des Signals längs der Lautsprecherkette (Spurgeschwindigkeit) die Luftschallgeschwindigkeit übersteigt, was durch eine bevorzugte Einstellung der Verzögerungen erreicht wird, so ergibt sich als besonderer Vorteil eine Verringerung der Absolutwerte der unerwünschten Laufzeitdifferenzen, die an einem außermittigen Hörplatz zwischen den beiden Stereosignalen entstehen. Im Vergleich zu einer konventionellen Anordnung mit zwei Boxen dürfen somit die zur richtigen Summenlokalisation erforderlichen Pegeldifferenzen ebenfalls geringer sein. Welche gegensinnigen Pegeldifferenzen etwa erforderlich sind, um den Laufzeitdifferenzen so entgegenzuwirken, daß z. B. der stereophone Mitteneindruck gewahrt bleibt, geht aus folgenden Beispielen hervor:
 1 ms-3 dB; 3 ms-6 dB; 6 ms-9 dB; 10 ms-10 dB.

Mit einem erfindungsgemäßen Wiedergabesystem ist es möglich, die genannten Laufzeitdifferenz- Pegeldifferenz-Paarungen in einem Hörplatzbereich von der Größe des Quadrats der Stereobasis im Schallfeld selbst zu generieren.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden im folgenden näher beschrieben:

Es zeigen:

- Fig. 1 eine Anordnung mehrerer Einzellautsprecher, die mit einem linken und einem rechten NF-Stereokanal verbunden sind, wobei die Schallwellenfront eines Kanals dargestellt ist;
- Fig. 2 eine Prinzipdarstellung eines HiFi-Turms mit einer Lautsprecherkette, wobei die Schallwellenfronten beider Kanäle dargestellt sind;

- Fig. 3 eine Lautsprecherkette mit geknickten Schallwellenfronten;
 Fig. 4 eine Lautsprecherkette mit stetig gekrümmten Schallwellenfronten;
 05 Fig. 5 eine Anordnung mit Laufzeitsteller, Frequenzgangsteller und Amplitudensteller;
 Fig. 6 eine Variante zur Fig.5;
 Fig. 7 eine alternative Ausführungsform mit einer Verzögerungs- oder Filtereinheit zur Erhöhung der Kanaltrennung;
 Fig. 8 eine schematische Darstellung zur Verdeutlichung des mit
 10 der Ausführungsform der Fig.7 erzielbaren Effekts;
 Fig. 9 eine praktisch realisierbare Aufstellung der Einzellautsprecher;
 Fig.10a-10c Aufhängevorrichtungen für Einzellautsprecher;
 Fig.11 eine Detaildarstellung der Haltevorrichtung im Querschnitt;
 15 Fig.12 eine Ansicht der Haltevorrichtung von vorn;
 Fig.13 eine vergrößerte Darstellung der Fig.10a;
 Fig.14 eine vergrößerte Darstellung der Fig.10b;
 Fig.15 eine vergrößerte Darstellung der Fig.10c.

20 In der Fig.1 ist eine Anordnung von mehreren Einzellautsprechern 1-9 dargestellt, denen jeweils ein Endverstärker 10-18 zugeordnet ist, der als Summationsverstärker dient. Jeder dieser Endverstärker 10-18 ist mit den Ausgängen zweier Vorverstärker 19-27 bzw. 28-36 verbunden. In Reihe zu diesen Vorverstärkern 19-27 bzw. 28-36 ist jeweils eine Verzögerungseinrichtung 37-45 bzw. 46-54 geschaltet, deren Verzögerung einstellbar ist. Die Verzögerungseinrichtungen 37-45 liegen an der Schiene 55, in die die NF-Signale des linken Stereokanals eingespeist werden, während die Verzögerungseinrichtungen 46-54 an die Schiene 56 angeschlossen sind, in
 25
 30 welche die NF-Signale des rechten Stereokanals eingespeist werden.

Die in der Fig.1 erkennbare Schallwellenfront 57 ist der Einfachheit halber nur für den linken Kanal dargestellt. Man erkennt hierbei, daß zum Zeitpunkt t_1 nur der Lautsprecher 1 seine Schallwelle
 35 58 sendet, während die übrigen Lautsprecher aufgrund der Verzögerung

05 rung des NF-Signals noch kein Schallsignal abstrahlen. Zum Zeitpunkt t_2 ist die Schallwelle 58 des Lautsprechers 1 vorgerückt, und die Schallwelle 59 des zweiten Lautsprechers 2 wird ausgesendet, wobei die Schallwelle 59 zum Zeitpunkt t_2 gegenüber der Schallwelle 58 zum Zeitpunkt t_1 um die Zeit $t_2 - t_1$ verschoben ist. Diese Zeit $t_2 - t_1 = \tau$ ist mit Hilfe der Verzögerungseinrichtung 38 einstellbar. Berücksichtigt man nun, daß die Lautsprecher 3-9 das Signal der Schallwelle 58, in Bezug auf den vorangegangenen Lautsprecher jeweils um die Zeit τ versetzt erhalten, so ergibt sich eine schräge Schallwellenfront, wie sie in der Fig.1 dargestellt ist. Diese Wellenfront entspricht der Einhüllenden nach dem Huygenischen Überlagerungsprinzip. Die Intensität dieser Einhüllenden nimmt $1/r$ ab, wobei r der Abstand der Wellenfront vom Lautsprecher ist. Im Bereich vor dem Lautsprecher 1 jedoch wirkt nur dieser. Hier ergibt sich 15 näherungsweise eine Kugelschallwelle, deren Intensität mit $1/r^2$ abnimmt.

20 Da die Zeitverzögerungen, die durch die Verzögerungseinrichtungen 37-45 bewirkt werden, den Abstand zwischen den Wellenfronten 58 zu den verschiedenen Zeiten t_1, t_2, t_3 bestimmen, erkennt man, daß die Neigung der Wellenfrontgeraden 57 von den Zeitverzögerungen abhängt. Je geringer die Zeitverzögerungen sind, um so flacher wird die Neigung der Wellenfront. Im Extremfall, d. h. wenn keine Zeitverzögerung mehr stattfindet, wird die Wellenfront senkrecht zu der 25 durch die Lautsprecher 1-9 gehenden Achse abgestrahlt. Jeder der Lautsprecher 1-9 wird also über eine Verzögerungselektronik zugleich mit den Tonsignalen der beiden Stereokanäle gespeist, und zwar über je einen Addier- und Leistungsverstärker. Jeder dieser Lautsprecher 1-9 dient somit gleichzeitig zur Abstrahlung beider Kanäle. Mittels 30 der Verzögerungselektronik wird eine trotz der Abstrahlung von derselben Lautsprecherkette unterschiedliche Richtwirkung der Schallabstrahlung erreicht. Bevorzugt sind die Parameter so zu wählen, daß eine gegensinnige Symmetrie der beiden zu jedem Kanal gehörigen Richtcharakteristiken entsteht.

In der Fig.2 ist eine Anordnung dargestellt, bei der sowohl die Wellenfront des linken als auch des rechten Stereokanals gezeigt ist. Die Figur zeigt auch schematisch einen HiFi-Turm, der aus einem Plattenspieler 67, einem Tuner 68, einem Kassettengerät 69, einem Verstärker 70 und einer Einrichtung 71 für die "Holophonie" - wie die erfindungsgemäße Art der räumlichen Wiedergabe der akustischen Signale genannt sei - besteht.

Aus dem Verstärker 70 werden der Einrichtung 71 die L/R-Signale der elektrischen Stereoformation zugeführt. In dieser Einrichtung wird das Signal sodann getrennt, und zwar in einen unteren und einen oberen Frequenzbereich. Der untere Frequenzbereich - ca. bis 300 Hz - wird über die Leitungen 72, 73 auf normale Stereolautsprecher 74, 75 mit einer guten Tieftonwiedergabe gegeben. Der höherfrequente Bereich des Signals wird über ein mehradriges Kabel 76, das durch die Lautsprecher 1-9 geschleift ist, den Lautsprechern 1-9 zugeführt. Dabei ist dieses Kabel 76 mit dem ersten Lautsprecher 1 verbunden und dann mittels zyklischer Vertauschung bis zum letzten Lautsprecher weitergeführt. Jeder der Lautsprecher 1-9 erhält auf diese Weise das für ihn bestimmte Signal aus dem mehradrigen Kabel 76. Die Wellenfronten 77, 78 des linken und rechten Kanals überschneiden sich nun in der Weise, wie es in der Fig.2 dargestellt ist.

Es ergeben sich also zwei schräg aufeinander zulaufende Wellenfronten. Außerhalb des Überlagerungsbereiches, in den Randbezirken, überlagern sich Kugelfronten mit Wellenfronten.

Innerhalb des Dreiecks 79, das durch die Basis der Kette der Lautsprecher 1-9 und durch die Wellenfronten gebildet wird, deren Verlängerungen die Lautsprecher 1 und 9 schneiden, werden durch die kürzere Laufzeit des Signals längs der Lautsprecherkette die Unterschiede in der Laufzeit und der Lautstärke zwischen den beiden Kanälen so reduziert, so daß auf jeden Platz innerhalb dieses Dreiecks der räumliche Klangeindruck erhalten bleibt. Seitlich außerhalb des Dreiecks 79 jedoch wird die kürzere Laufzeit des nahen Kanals durch

eine größere Lautstärke des entfernten Kanals kompensiert. Die Kugelfront des nahen Kanals fällt nämlich in der Intensität mit $1/r^2$ ab, während die des entfernten Kanals nur mit $1/r$ abfällt. Werden Stereo-Signale auf die Kette der Lautsprecher 1-9 gegeben und die Zeitverzögerungen weggelassen, so entsteht wegen der Summenlokalisierung des Gehörsinns ein Mono-Signal. Es wird durch die Vielzahl der Lautsprecher also kein schlechter Klang der Lautsprecher verbessert, sondern die Richtung des Schalls formiert. Eine weitere Verbesserung des räumlichen Klangeindrucks erreicht man - wie Hörversuche eindeutig gezeigt haben - wenn man die Zeitverzögerungen so einstellt, daß sich Wellenfronten 80, 81 ergeben, wie sie in der Fig.3 dargestellt sind. Der Winkel \mathcal{L}_1 kann hierbei $14,5^\circ$ und der Winkel \mathcal{L}_2 30° betragen. Hierzu ist eine variable Zeitverzögerung nötig, wie weiter unten noch erläutert wird.

Die Zeitverzögerung kann dadurch realisiert werden, daß jeder Kanal für jeden Lautsprecher eine unabhängig einstellbare Zeitverzögerung enthält. Bei zehn Lautsprechern sind also zwanzig Verzögerungen nötig. Es ist aber auch möglich, daß jeweils die Hälfte eines Kanals eine von Lautsprecher zu Lautsprecher gleiche Verzögerung mit den entsprechenden Abgriffen auf einen Zeitverzögerungs-IC erhält. Bei zehn Lautsprechern sind dann vier Verzögerungseinrichtungen oder -IC's notwendig. Ferner ist es möglich, von Lautsprecher zu Lautsprecher eine konstante Verzögerung einzustellen. Bei zehn Lautsprechern sind dann zwei Verzögerungseinrichtungen notwendig, die zehn Abgriffe aufweisen.

In der einfachsten Form wird die elektronische Verzögerung des NF-Signals mit Eimerketten-IC's ausgeführt, die feste Abgriffe haben (z. B. Reticon R 5201-1 und R 5201-2). Dadurch haben die Lautsprecher, die an ein IC angeschlossen sind, einen konstanten Laufzeitunterschied, während die IC's untereinander unterschiedliche Laufzeiten haben können. Sind alle Laufzeiten konstant, so strahlen die Lautsprecher, von denen angenommen wird, daß sie eine punktförmige Schallquelle darstellen, eine gerichtete Wellenfront ab, deren Er-

hebungswinkel von der Zeitverzögerung in der Lautsprecherkette abhängt. Es ergeben sich dann die in den Figuren 1 und 2 dargestellten Wellenfronten. Werden pro Kanal zwei Verzögerungs-IC's mit je fünf Abgriffen verwendet, so können zwei unterschiedliche Laufzeiten hergestellt werden, die einen Knick in der Wellenfront bewirken, wie es in der Fig.3 dargestellt ist. Ein solcher Knick ist nur dann mit elektronischen Mitteln realisierbar, wenn man für beide Kanäle, d. h. für den rechten und den linken Stereokanal, nur eine Lautsprecherkette verwendet, die beide Kanäle zusammen abstrahlen. Ein Richten der Lautsprecher oder eine Variation der Abstände untereinander würde beide Kanäle beeinflussen und somit kein Gegen-einanderlaufen der Wellenfronten ermöglichen.

Bei vollständig variablen Laufzeiten mit je einer Verzögerung für jeden Lautsprecher und Kanal ist ein beliebiges Verbiegen der Wellenfronten 82, 83 möglich. Vorzugsweise bestehen die Wellenfronten dann aus Hyperbeln, wie es in der Fig.4 gezeigt ist, so daß der Schall auf einen entfernten Brennpunkt (pro Kanal) kussiert wird.

Zusätzlich sind die Pegel des linken Kanals von links nach rechts hin abnehmend, wobei zwischen den Lautsprechern beispielsweise 0,5 dB eingestellt werden kann. Dasselbe geschieht mit dem rechten Kanal, nur daß hier die Pegel von rechts nach links abnehmen.

Bei Fig.5 ist jedem Lautsprecher 110, 111-118 für den Rechts-Kanal 122 je ein Laufzeitsteller 130, 131-137 zugeordnet, hingegen für den Links-Kanal 123 je ein Laufzeitsteller 140-147. Der in der Fig. links der Reihe angeordnete Lautsprecher 110 besitzt keinen Laufzeitsteller für den Links-Kanal, desgleichen der in der Reihe rechts befindliche Lautsprecher 118 keinen Laufzeitsteller für den Rechts-Kanal 122. Ferner sind jedem Lautsprecher jeweils für den Links-Kanal je ein Frequenzgangsteller 150 und ein Amplitudensteller 151 zugeordnet. Im übrigen sind je Lautsprecher ein Summationsverstärker 124, ein Pegelsteller 125 und ein Leistungsverstärker 126 vorgesehen. Schließlich ist das in Fig.3 veranschaulichte System auch

noch mit hier nicht weiter interessierenden Seitenlautsprechern 110', 111' ausgerüstet, denen ebenfalls je ein Summationsverstärker, ein Pegelsteller und ein Leistungsverstärker zugeordnet sind.

- 05 Die Ausführungsform nach Fig.6 unterscheidet sich von der Ausführungsform nach Fig.5 insbesondere dadurch, daß die den einzelnen Lautsprechern 210, 211...218 zugeordneten Laufzeitsteller 230, 231 ...237 bzw. 240, 241...247 nicht parallel zueinander, sondern in Reihe geschaltet sind. Im übrigen unterscheidet sich diese Ausführungsform von der Ausführungsform nach Fig.5 nicht, und für gleiche Teile wie in Fig.5 sind gleiche Bezugszeichen eingeführt, jedoch zur Unterscheidung um Einhundert erhöht.

- 15 Bei den erfindungsgemäßen Ausführungsformen nach den Fig. 5 und 6 sind die Verzögerungszeiten der Tonsignale mithin individuell einstellbar zwischen den Lautsprechern, nämlich so, daß das Tonsignal gemäß der Position des Einzellautsprechers längs der Kette entweder von der Tonsignalquelle ausgehend verzögert ist (Ausführungsform nach Fig.5), oder derart, daß die verzögerten Tonsignale von Lautsprecher zu Lautsprecher weitergereicht und weiterverzögert sind (Ausführungsform nach Fig.6). Im Rahmen der Erfindung ist selbstverständlich auch eine Kombination dieser beiden prinzipiellen Möglichkeiten verwirklichtbar.

- 25 Darüber hinaus kann bei den vorstehend erläuterten Ausführungsformen der Pegel der Signalanteile individuell pro Kanal und Lautsprecher eingestellt werden, der bei der vereinfachten Ausbildung der Erfindung nach Fig.1 fest eingestellt war.

- 30 Ferner kann die Richtcharakteristik mit an sich bekannten elektronischen Mitteln für verschiedene Frequenzbereiche des Tonsignals unterschiedlich eingestellt werden, die ebenfalls bei der vereinfachten Ausführungsform nach Fig.1 fest eingestellt ist.

- 05 Mit diesen Einstellparametern können auch bei nicht äquidistanter Positionierung der Lautsprecher Schallfelder erzeugt werden, welche in sich selbst die Eigenschaft aufweisen, stereophones Hören in einer sehr weiten Zone vor und sogar seitlich einer Lautsprecherkette zu ermöglichen. Eine solche Lautsprecherkettenanordnung mit dem zugehörigen Elektronikteil, der die jeweils individuelle Einstellung von Signalpegel, Frequenzgang und Verzögerung der Tonsignale für jeden Lautsprecher beinhaltet sowie die gemeinsame Abstrahlung bei-
- 10 der Kanäle eines Stereosignals durch ein und dieselbe Lautsprecherkette, und zwar unter Nutzung der unterschiedlichen Richtwirkung für beide Kanäle, stellt ein Wiedergabesystem für stereophone Signale dar, welches sich von bisher bekannten Systemen grundlegend unterscheidet.
- 15 Die vorstehend erläuterten Wiedergabesysteme nach den genannten Ausführungsformen zeichnen sich durch folgende Vorteile aus: Sie ermöglichen auf Hörplätzen außerhalb der Stereomitte bei bester Klangqualität eine erheblich verbesserte Richtungsauflösung bei der wiedergabeintensitätsstereophoner und auch kopfbezogener Stereophonie (im Vergleich zu der herkömmlichen Boxenanordnung). Die bedeutende Verbesserung des stereophonen Hörbildes auf Seitenplätzen wurde in Vergleichsexperimenten durch zahlreiche Versuchspersonen bestätigt. Die Güte der Mittenlokalisation übertrifft diejenige einer üblichen Boxenanordnung, bei der eine geringe Lokalisations-
- 25 möglichkeit virtueller Schallquellen in der Mitte als erheblicher Wiedergabemangel allgemein bekannt ist. Die Variabilität der Systemparameter (Anzahl und Position der Lautsprecher, Verzögerung, Pegeleinstellung) erlaubt eine sehr weitgehende Anpaßbarkeit des Systems an die unterschiedlichen akustischen Gegebenheiten in Wiedergaberäumen.
- 30 Mit Ausführungsformen nach der Erfindung durchgeführte Experimente haben gezeigt, daß es genügt, den Mittelhochtonbereich laufzeitgesteuert wiederzugeben, wobei der Tiefsttonbereich in einer speziellen Ausbildung der Erfindung von separaten Baßstrahlern übernommen werden kann. Eine solche Anordnung zeichnet sich dadurch aus, daß die
- 35

...

05 Lautsprecher einer Lautsprecherkette in sehr kleiner Bauform aus-
führbar und die Mittelhochtonstrahler vergleichsweise preiswert
herstellbar sind, ferner, daß die erforderlichen Leistungsverstär-
ker mit kleiner Leistung projektiert werden können, da bekanntlich
der größte Leistungsanteil einer breitbandigen Lautsprecheranord-
nung zur Abstrahlung tiefer Frequenzen benötigt wird. Durch die
kleine Bauform der Mittel- Hochtonlautsprecher sind diese demnach
räumlich in einfacher Weise und mithin architektonisch vertretbar
in Räumen zu montieren.

10 Es ist bekannt, daß man wiedergabeseitig Maßnahmen treffen kann,
um die subjektiv empfundene Breite der Stereobasis zu vergrößern.
Solche Maßnahmen bestehen zumeist darin, daß dem Signal eines Ka-
nals, beispielsweise dem Rechts-Signal, ein gegenphasiger Anteil
15 (z. B. -Links) des anderen Kanals zugefügt wird, der außerdem noch
verzögert und im Frequenzgang verändert sein kann. Die für diesen
Zweck entwickelten Anordnungen beziehen sich in aller Regel auf
Wiedergabesysteme, bei denen die beiden Stereo-Tonsignale getrenn-
ten Wiedergabesystemen zugeführt werden.

20 Für Wiedergabesysteme nach der Erfindung eröffnen sich somit wei-
tere Möglichkeiten zur Verbesserung der Richtungsauflösung, indem
eine zusätzliche Verzögerungs- und/oder Filtereinheit im Elektro-
nikteil zum Zwecke der Erhöhung der Kanaltrennung beim Hörer vorge-
25 sehen wird. Ein derartiges Wiedergabesystem ist in Fig.7 darge-
stellt. Die hierfür an die Verzögerungs- und/oder Filtereinheit
zu stellenden Anforderungen können durch subjektive Hörversuche und
objektive Messungen mittels Kunstkopf im Experiment ermittelt wer-
den.

30 Bei der in Fig.7 veranschaulichten Ausführungsform werden die Laut-
sprecher 310...315 von links über den Kanal 323 mit dem Signal 2L-R
gespeist und von rechts über den Kanal 322 mit dem Signal 2R-L,
35 ferner zugleich ausgehend von der Mitte der Kette mit einem verzö-
gerten Summsignal $L_T + R_T$, das derart verzögert sei, daß es etwas

später auf einem mittleren Hörplatz eintrifft, als die beiden an-
 deren Signale. Auf diesem mittleren Hörplatz ergibt sich somit für
 den Hörer die Signaladdition $(2L-R) + (2R-L) = (2R + 2L)$, was einen
 Mitteneindruck vermittelt. Der Hörer erhält jedoch zusätzlich die
 05 demgegenüber verzögerten Signalanteile $(R_T + L_T)$ aus der Mitte, was
 den Mitteneindruck verstärkt und die Lokalisation der Mitte präzi-
 ser gestaltet. Bei einer üblichen Boxenanordnung fehlt naturgemäß
 das präzisierende Signal $(R_T + L_T)$. Bei einem reinen Rechts-Signal
 erhält der Hörer auf der Mittenposition zunächst die Signale $(2R)$
 10 $+ (-R)$, was infolge des höheren Pegels von $2R$ die Richtung "rechts"
 bestimmt. Der verzögerte Anteil R_T aus der Mitte verändert diesen
 Eindruck kaum, da bekanntermaßen das Gesetz der ersten Wellenfront
 wirksam ist. Befindet sich der Hörer auf einem Seitenplatz rechts
 der Mittenebene und es soll ein Links-Signal wiedergegeben werden,
 15 so kommt $(-L)$ zuerst, etwas verzögert das Signal $(+ L_T)$ und noch
 etwas später das Signal $(2L)$. Letzteres tritt erstens mit einem
 hohen Signalpegel auf und zweitens mit einem hohen Pegel im Schall-
 feld infolge der bündelnden Richtwirkung der Lautsprecherkette,
 was zu dem Gesamtrichtungseindruck "Links" führt. Im praktischen
 20 Experiment hat sich gezeigt, daß die Signale für gute Richtungsauflösung,
 nicht wie hier zur vereinfachten Darstellung gewählt, $(2R-L)$
 bzw. $(2L-R)$ optimal sind, sondern $(2R-kL)$ bzw. $(2L-kR)$ mit $k < 1$ und
 $c(L_T + R_T)$ mit $c < 2$.
 25 Den Richtungseindruck vermittelt die schematische Darstellung nach
 Fig.8.

In einer weiteren speziellen Ausbildung können Systeme nach der vor-
 liegenden Erfindung außer zur räumlichen Wiedergabe auch zur Erzeu-
 30 gung besonderer subjektiver Höreffekte eingesetzt werden. Verändert
 man während des Betriebes des Systems die Verzögerungszeiten des
 Signals, was nach einer bestimmten Gesetzmäßigkeit selbsttätig oder
 auch von Hand geschehen kann, so verändert sich naturgemäß das ge-
 samte Hörbild. Bei schnellen Änderungen tritt dabei der bekannte
 35 Dopplereffekt auf, während bei langsamen Änderungen, bei denen der

Dopplereffekt unhörbar bleibt, der Hörer subjektiv ein kaum beschreibbares "Drehen" des Hörbildes empfindet, indem die virtuellen Quellen stetig ihren Ort ändern.

- 05 In der Fig.9 ist noch einmal ein realisierbarer Aufbau der erfindungsgemäßen Anordnung gezeigt. Man erkennt hierbei wieder einen Plattenspieler 84, einen Tuner 85, einen Verstärker 86 und ein Holophonie-Gerät 87, die übereinander gestapelt sind und sich auf einem Tisch 88 befinden. Auf einer Plattform 89 sind mehrere Hoch- und Mitteltöner-Lautsprecher 90-98 aufgestellt, die untereinander über ein Kabel verbunden sind, das nicht sichtbar in der Plattform 89 untergebracht ist. Zwei Normallautsprecher 99, 100 mit Tieftönern sind neben den Lautsprechern 90-98 angeordnet.
- 10
- 15 Die Lautstärke aller Lautsprecher 90-100 wird mit dem Steller des Verstärkers 86 eingestellt, ebenso der Klang, die Rumpel-Kausch-Filter und die Balance. Die Balance ist allerdings bei der Erfindung nicht mehr erforderlich.
- 20 Im Holophonie-Gerät 87 können die Lautstärke zwischen den Lautsprechern 99, 100 und den Lautsprechern 90-98 sowie die Verzögerungen eingestellt werden.
- 25 Die Lautsprecher 90-98 können normale Breitbandlautsprecher sein, sie werden jedoch zweckmäßigerweise als Mittel-Hochtöner ab ca. 200 bis 300 Hz ausgelegt, da tiefere Frequenzen zur Lokalisation kaum etwas beitragen. Entsprechend können die Lautsprecher 99, 100 mit einem passiven oder aktiven Tiefpaß auf die passende (200 bis 300 Hz) obere Grenzfrequenz beschnitten werden. Das erlaubt z. B. die beliebige Aufstellung der meist großen Lautsprecher 99, 100 im Wohnraum, während die kleinen Lautsprecher 90-98 in einer Geraden ausgerichtet sein sollen.
- 30
- 35 Die gesamte Anordnung ist bei neun Lautsprechern 90-98 etwa 3m bis 4m breit.

Für jeden Lautsprecher wird frei wählbar die Verzögerungszeit des linken und rechten Kanals eingestellt, und zwar bezogen auf die Lautsprecher 99, 100 bzw. 90, 98, die jeweils unverzögert sind. Mit den anschließenden Vorverstärkern wird für jeden Lautsprecher und Kanal, unabhängig voneinander, der Pegel, bezogen auf den Pegel der Lautsprecher 99, 100 bzw. 90, 98, eingestellt.

In den Figuren 10a-10c ist im Prinzip dargestellt, auf welche Weise die in der Fig.9 gezeigten Lautsprecher 90-98 auch mit Hilfe einer Schiene oder dergleichen an einer Wand befestigt werden können. Die Fig.10a zeigt einen Lautsprecher 101, der eine Öffnung 102 aufweist, welche über einen Träger 103 gestülpt ist, wobei dieser Träger 103 ein Teil einer mit einer Wand 104 verbindbaren Haltevorrichtung 105 ist. Diese Haltevorrichtung weist noch einen Kabelkanal 106 und eine schräg ausgerichtete Trägerschiene 107 auf.

Mit Hilfe der Trägerschiene ist es möglich, wie die Fig.10b zeigt, den Lautsprecher 101 schräg anzuordnen, indem die Trägerschiene 107 in die Öffnung 102 geschoben wird. Indem man den Lautsprecher um 180° dreht oder mit einer zweiten Öffnung versieht, kann er auch an die Decke 108 gehängt werden. Dies ist in der Fig.10c dargestellt. Der Träger 103 wird hierbei als Mittel zum Befestigen der Haltevorrichtung 105 an der Decke verwendet.

Die in Fig. 11 und 12 dargestellte Vorrichtung zur Aufhängung eines Lautsprechers L an einer Fläche 10 besteht aus einer Profilschiene 401, die zwei durch Wandungen 402 getrennte Schächte 409 aufweist. Beide Schächte 409 sind mit je einer nach außen führenden Öffnung 403 versehen. Die Profilschiene 401 weist zwischen den Wandungen 402 mindestens zwei in einer Ebene in Abstand angeordnete Öffnungen 404 auf, denen gegenüber zentrische Öffnungen 405 zugeordnet sind, wobei der Durchmesser der Öffnungen 404 größer als der der zugeordneten Öffnungen 405 ist. Der Aufhängungsfläche 410 abgewandt, ist rechtwinklig zur Profilschiene 401 der Schenkel 406 angeordnet, der mittig zu den Schenkelkanten mit einer Öffnung 408 versehen ist.

Am anderen Ende der Profilschiene 401 ist ein Schenkel 407 angeordnet, der gegenüber der zwischen den Schenkeln liegenden Profilschienenfläche einen Winkel α von 120° bildet.

05 Die Öffnung 404 dient zur Einführung einer Schraube, welche durch die zugeordnete Öffnung 405 in die Wand eingeschraubt wird. Die Öffnungen 403 dienen zur Führung des Kabels in und aus den Schächten 409.

10 Der Schenkel 406 dient entweder zur Anbringung eines Lautsprechers L parallel zur Profilschiene 401 oder zur Befestigung der Profilschiene an einer Deckenfläche 411 mittels einer durch die Öffnung 408 geführten Schraube.

15 Der Schenkel 407 dient zur Anbringung eines Lautsprechers L schräg zur Profilschiene 401.

20 Die Lautsprecher L sind auf der Rückseite mit je einer Nut 412 versehen, so daß sie auf die Schenkel 406 oder 407 aufgesteckt werden können.

25 Mittels einer an der Lautsprecherunterseite angebrachten nicht dargestellten Schraube werden die Lautsprecher an der Profilschiene 401 festgeklemmt.

30 Fig.13 zeigt einen an der senkrechten Wand 410 mittels der Profilschiene 401 aufgehängten Lautsprechers L, wobei der Lautsprecher auf dem Schenkel 406 angebracht ist. Die Führung des Kabels K erfolgt durch die Öffnung 403 des dem Schenkel 406 zugeordneten Schachtes 409. Diese Art der Anbringung des Lautsprechers erfolgt zweckmäßigerweise in Ohrhöhe.

35 Fig.14 zeigt einen auf dem Schenkel 407 der in der gleichen Weise wie in Fig.12 an der Wand befestigten Profilschiene 401 angebrachten Lautsprecher L, wobei die Kabelführung ebenfalls durch die

Öffnung 403 des dem Schenkel 406 zugeordneten Schachtes 409 erfolgt. Die Art der Anbringung des Lautsprechers erfolgt zweckmäßigerweise oben an der vertikalen Wandfläche 410.

05 Fig.15 zeigt die Profilschiene 401, mittels einer durch die Öffnung 408 des Schenkels 406 geführten Schraube an einer Decke 411 befestigt. Der Lautsprecher L ist auf dem Schenkel 407 angebracht. Die Kabelführung erfolgt durch die Öffnung 403 des dem Schenkel 407 zugeordneten Schachtes 409.

10 Man kann mehrere Lautsprecher in Reihe anordnen, ebenso sind verschiedene Anordnungsmöglichkeiten der Lautsprecherreihe in der Höhe und an der Decke gegeben. Die Montage ist möglich, ohne daß die Verkabelung den Anblick beeinträchtigt. Die Sicherheitsbedenken
15 sind behoben.

Patentansprüche

- 05 1. Anordnung zur akustischen Wiedergabe von Signalen, die mittels eines rechten und eines linken Stereo-Kanals (R,L) darstellbar sind, wobei diese Anordnung mehrere Einzellautsprecher (1-9; 90-98; 99, 100) enthält, von denen wenigstens einige (1-9; 90-98) über Verzögerungseinrichtungen (37-45; 46-54) mit dem rechten und dem linken Stereokanal (R, L) verbunden sind, dadurch gekennzeichnet, daß das linke Stereosignal (L) einem Einzellautsprecher (1-9; 90-98) mit einer diesem Lautsprecher (z.B. 3) jeweils zugeordneten ersten Verzögerung zugeführt ist und daß das rechte
- 10 Stereosignal einem Einzellautsprecher (1-9; 90-98) mit einer diesem Lautsprecher (z.B. 3) jeweils zugeordneten zweiten Verzögerung zugeführt ist, wobei die Verzögerungen der rechten und linken Stereosignale so bemessen sind, daß die von den Einzellautsprechern (1-9; 90-98) abgestrahlten Wellen zwei Wellenfronten (80, 80'; 81, 81') bilden.
- 15 2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Verzögerungszeiten der Verzögerungseinrichtungen (37-45; 46-54) einstellbar sind.
- 20 3. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die den Einzellautsprechern (1-9; 90-98, 99, 100) zugeführten Signale hinsichtlich ihres Pegels und/oder ihres Frequenzgangs einstellbar sind.
- 25 4. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Verzögerungszeiten der Verzögerungseinrichtungen (37-45; 46-54) NF-frequenzabhängig einstellbar sind.
- 30 5. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Verzögerungszeiten der Verzögerungseinrichtungen eine lineare oder nicht-lineare Funktion der räumlichen Anordnung der Einzellautsprecher (1-9; 90-98) sind.

6. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Einzellautsprecher (1-9; 90-98) äquidistant auf einer horizontalen Linie angeordnet sind.
- 05 7. Anordnung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Linie eine Gerade ist.
8. Anordnung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Verzögerungszeiten eine Funktion des Abstands eines beliebigen Einzellautsprechers (z. B. 6) zum ersten Einzellautsprecher (1) sind.
- 10 9. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das linke und das rechte Stereosignal die NF-Signale eines Endverstärkers oder dergleichen sind.
- 15 10. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die den jeweiligen Einzellautsprechern (1-9; 90-98; 99, 100) zugeführten Signale Amplituden aufweisen, die eine Funktion der räumlichen Anordnung der Lautsprecher (1-9; 90-98; 99, 100) sind.
- 20 11. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die den jeweiligen Einzellautsprechern (1-9; 90-98; 99, 100) zugeführten Signale Amplituden aufweisen, die eine Funktion der Verzögerungszeiten sind.
- 25 12. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die den einzelnen Lautsprechern (1-9; 90-98; 99, 100) zugeführten Signale Amplituden aufweisen, die eine Funktion der Signalfrequenzen sind.
- 30 13. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den Lautsprechern (1-9; 90-98) und den jeweils zugeordneten Verzögerungseinrichtungen (37-45; 46-54) Summen-Verstärker (10-18) vorgesehen sind.

0025118

14. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine Einrichtung zur Erhöhung der Kanaltrennung beim Hörer vorgesehen ist.
- 05 15. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die den Lautsprechern (1-9; 90-98) zugeführten Signale während des Betriebs veränderbar sind.
- 10 16. Anordnung nach den Ansprüchen 1 und 13, dadurch gekennzeichnet, daß den Verzögerungseinrichtungen (37-45; 46-54) jeweils ein Verstärker (19-27; 28-36) nachgeschaltet ist und daß die Ausgänge dieser nachgeschalteten Verstärker (19-27; 28-36) untereinander verbunden und einem Summationsverstärker (10-18) zugeführt sind.
- 15 17. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das linke und rechte Stereosignal jeweils einer Frequenzweiche (71) zugeführt sind, welche die tieferen Frequenzen bis etwa 300 Hz abtrennt und jeweils einem Tieftonlautsprecher (74, 75) zuführt, und daß die verbleibenden Frequenzen über Verzögerungseinrichtungen
- 20 (37-45; 46-54) den Einzellautsprechern (1-9) zugeführt werden.
18. Anordnung nach den Ansprüchen 1 und 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Lautsprecher (1-9; 90-98) Mittel-Hochtonlautsprecher mit einem Frequenzumfang von ca. 300 Hz bis 25 Hz sind.
- 25 19. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Verzögerungseinrichtungen (37-45; 46-54) Eimerkettenschaltungen sind.
- 30 20. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Einzellautsprecher über ein mehradriges Kabel (76), dessen Anzahl der Adern proportional zur Anzahl der Lautsprecher ist, miteinander verbunden sind, wobei dieses Kabel dem ersten Lautsprecher (1) zugeführt und von Lautsprecher zu Lautsprecher mittels zyklischer Vertauschung bis zum letzten Lautsprecher (9) weitergeführt ist.
- 35

21. Anordnung nach den Ansprüchen 1, 13 und 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Verstärker (19-27; 28-36; 10-18) pro Kanal eine vor der Summation einstellbare Verstärkung besitzen.
- 05 22. Anordnung nach den Ansprüchen 1, 10, 13, 16 und 21, dadurch gekennzeichnet, daß die Verstärkung eine Funktion des Abstands des zugeordneten Lautsprechers (z. B. 6) vom ersten Lautsprecher (z. B. 1) ist.
- 10 23. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Einzellautsprecher (1-9; 90-98) mit Hilfe einer Haltevorrichtung (105) an einem Wandelement (104) oder dergleichen befestigt sind.
- 15 24. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Laufzeiten der Verzögerungseinrichtungen (37-45; 46-54) so eingestellt sind, daß sich pro Kanal jeweils eine ebene Schallwellenfront ergibt.
- 20 25. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Laufzeiten der Verzögerungseinrichtungen so eingestellt sind, daß sich gekrümmte Schallwellenfronten ergeben.
- 25 26. Anordnung nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, daß die Schallwellenfronten (82, 83) in Richtung auf den Hörraum konvex gekrümmt sind.
- 30 27. Anordnung nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß die Schallwellenfront aus zwei geraden Stücken (80, 80'; 81, 81') bestehen die jeweils einen Winkel (d_1 , d_2) einschließen.
28. Anordnung nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß die Schallwellenfront eine parabolische Krümmung aufweist.
- 35 29. Anordnung nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß die Schallwellenfront (82, 83) eine hyperbolische Krümmung aufweist.

30. Anordnung nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, daß die Schallwellenfront eine kreisförmige Krümmung aufweist.
- 05 31. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß den Einzellautsprechern Summen- und/oder Differenzsignale und/oder Mittensignale und/oder Kombinationen dieser Signale in der Weise zugeführt werden, daß sich zwei beliebig gekrümmte und sich überlagernde Wellenfronten ergeben.
- 10 32. Anordnung nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß eine Profilschiene (401) mindestens einen vertikal zur Profilschienenfläche angeordneter Schenkel (406) und darunter mindestens einen weiteren Schenkel (407), der gegenüber der zwischen den
- 15 Schenkeln liegenden Profilschienenfläche einen Winkel (d) von 120° bis 150° bildet, aufweist, und der vertikal zur Profilschienenfläche angeordnete Schenkel (406) mittig zu den Schenkelkanten mit einer Öffnung (408) versehen ist.
- 20 33. Anordnung nach Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, daß die Profilschiene (401) zwei durch mindestens eine Wandung (402) getrennte Schächte (409) aufweist und beide Schächte (409) mit je einer Öffnung versehen sind.

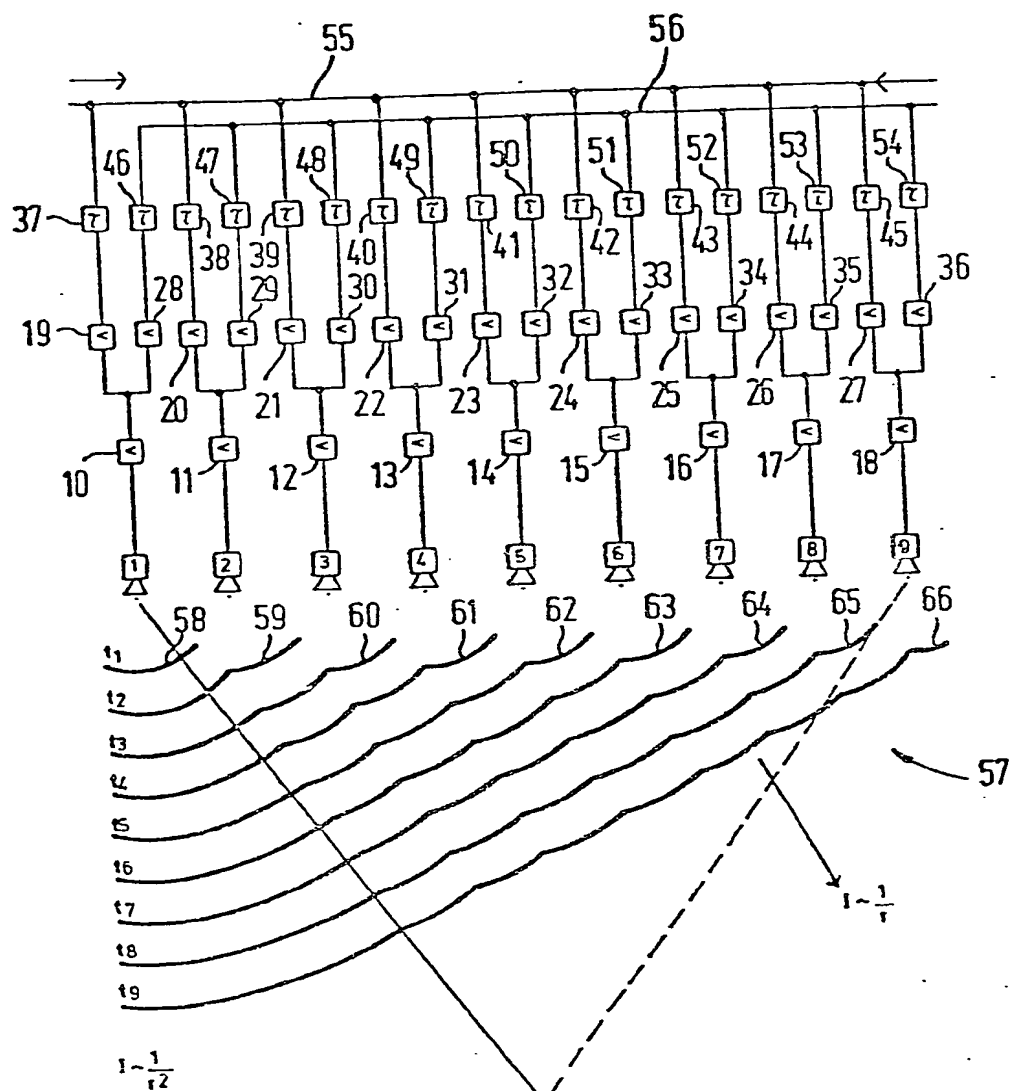
FIG. 1

FIG. 2

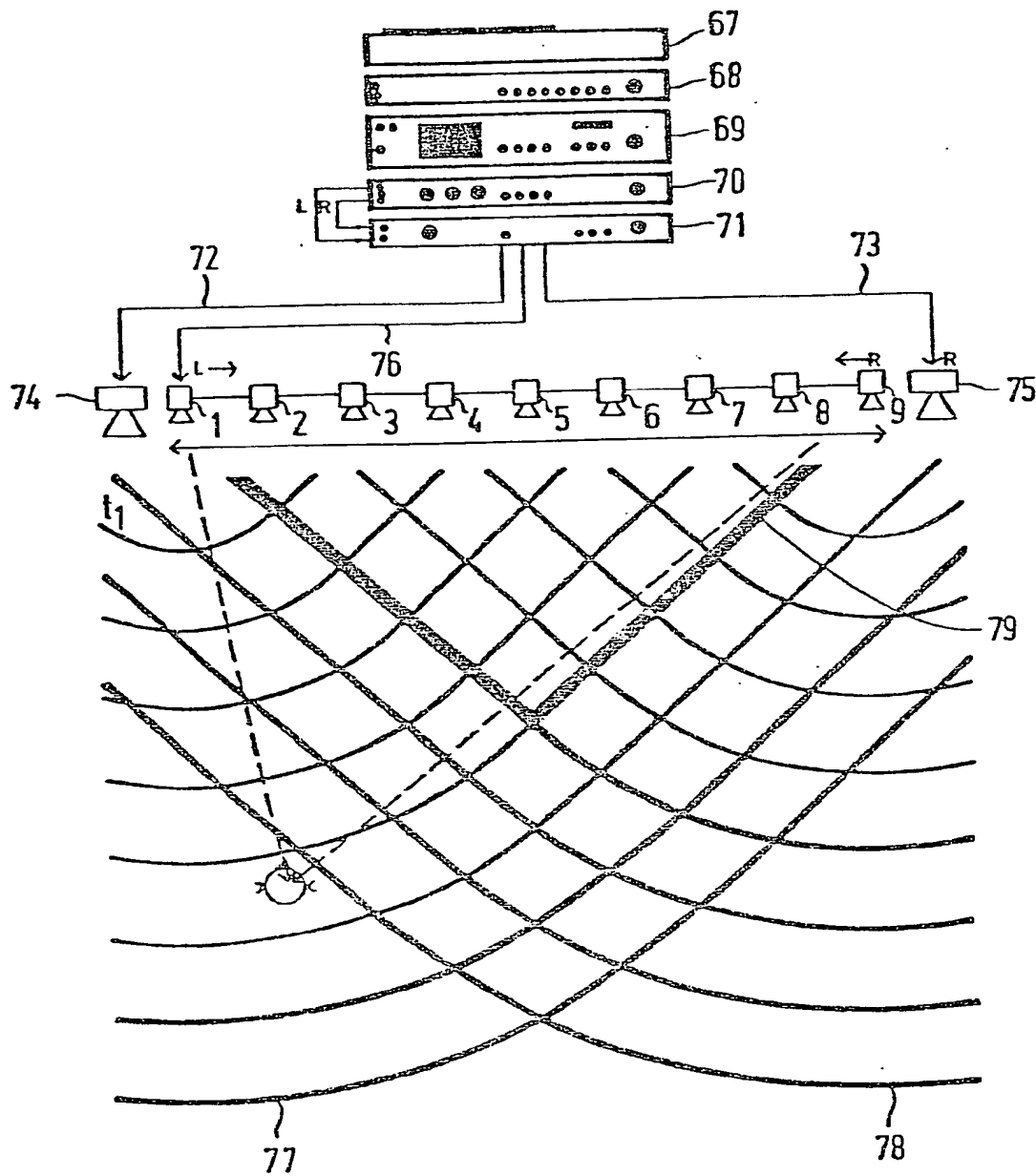


FIG. 3

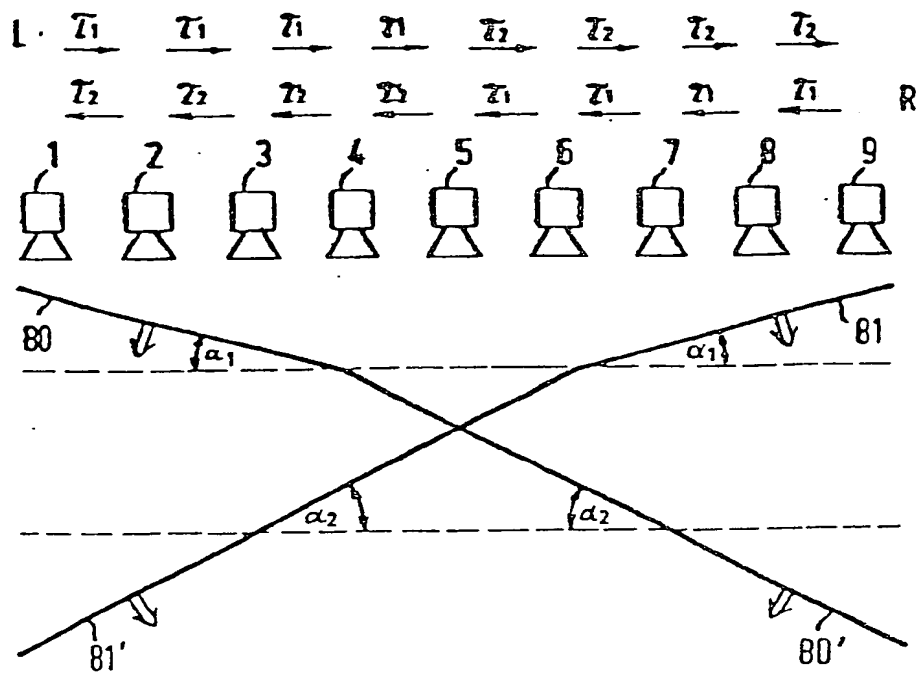
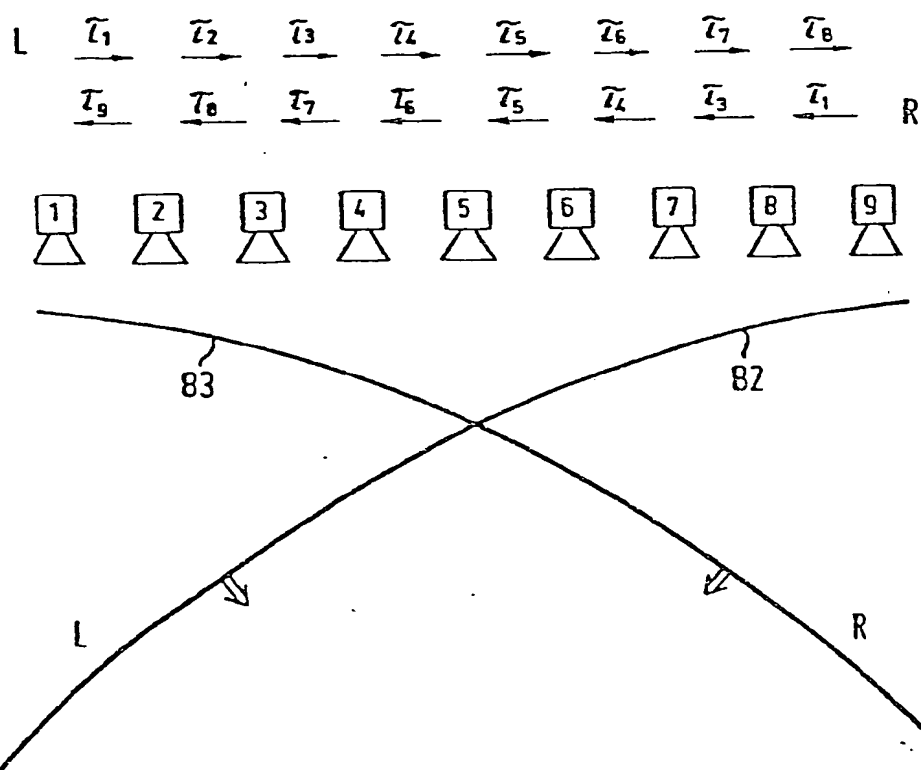


FIG. 4



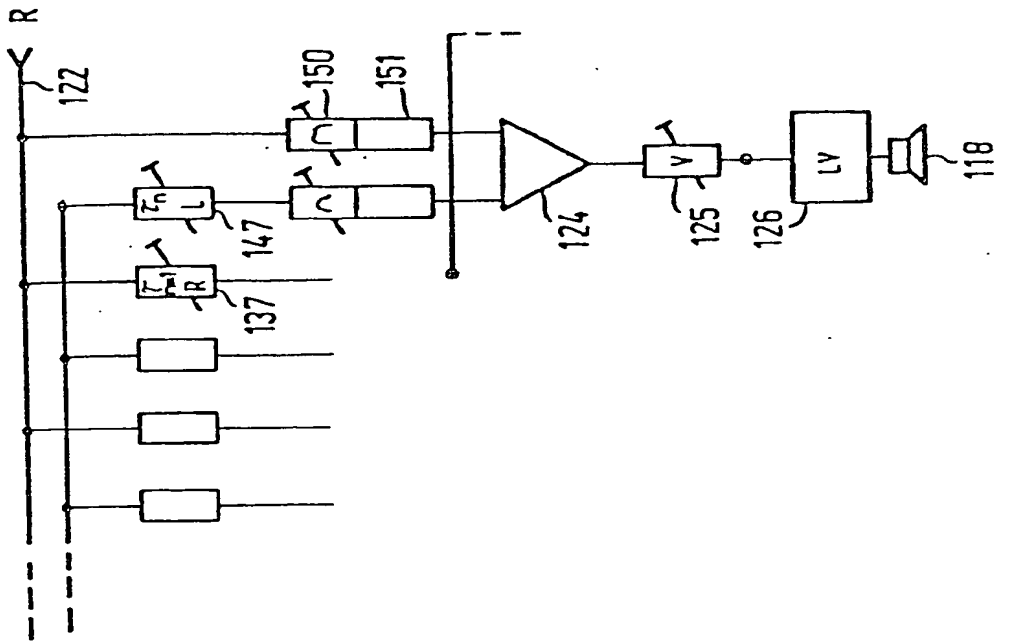
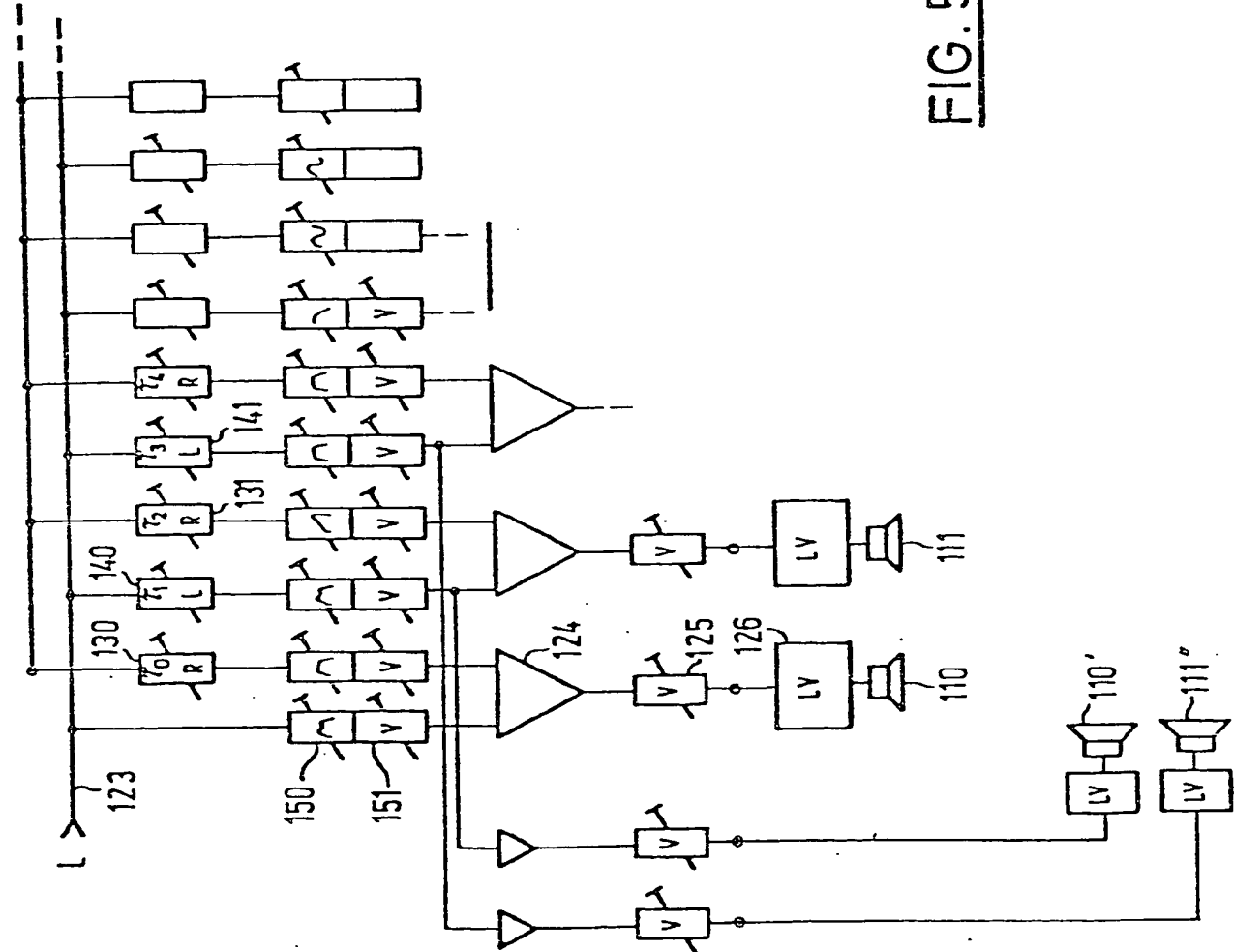


FIG. 5



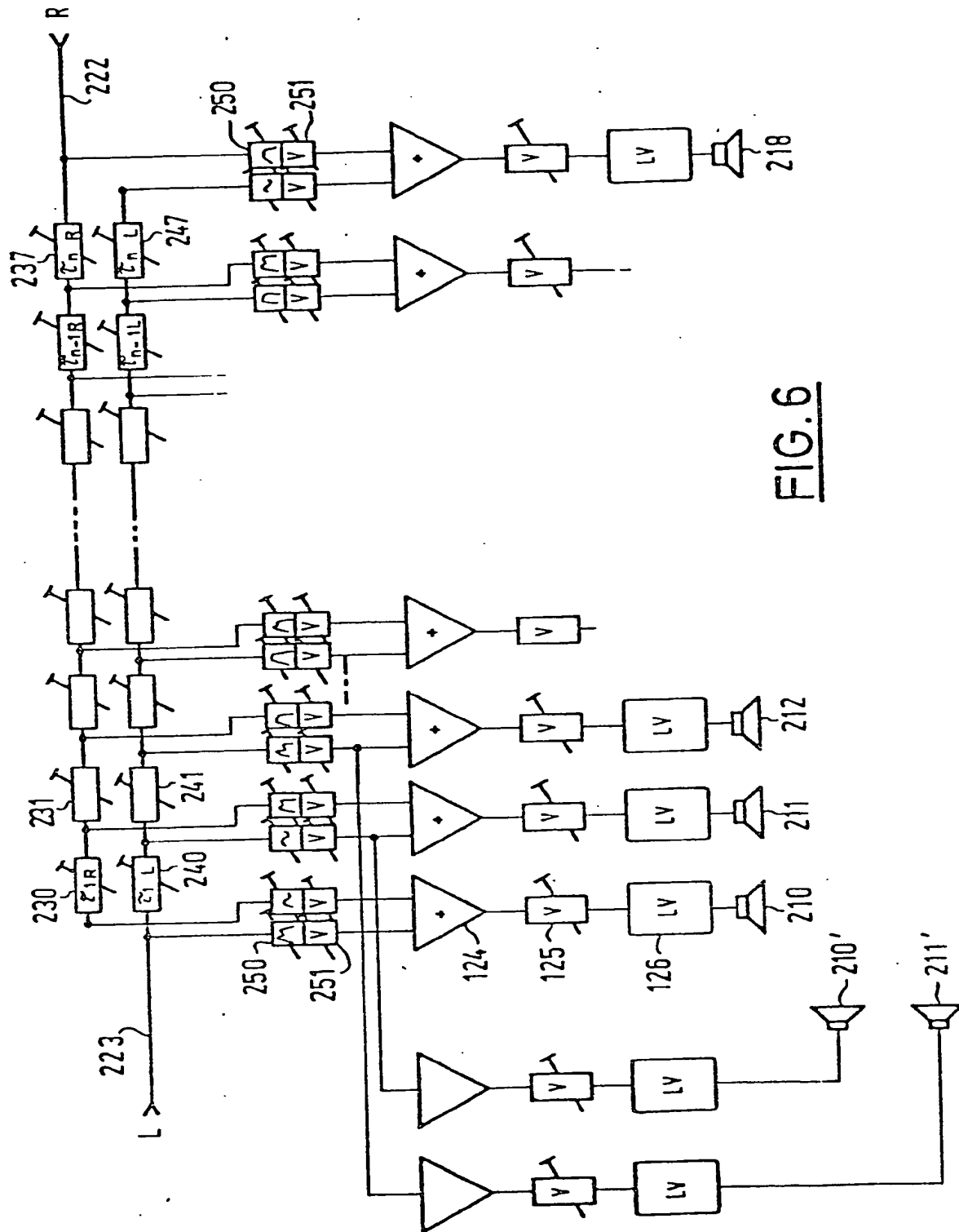
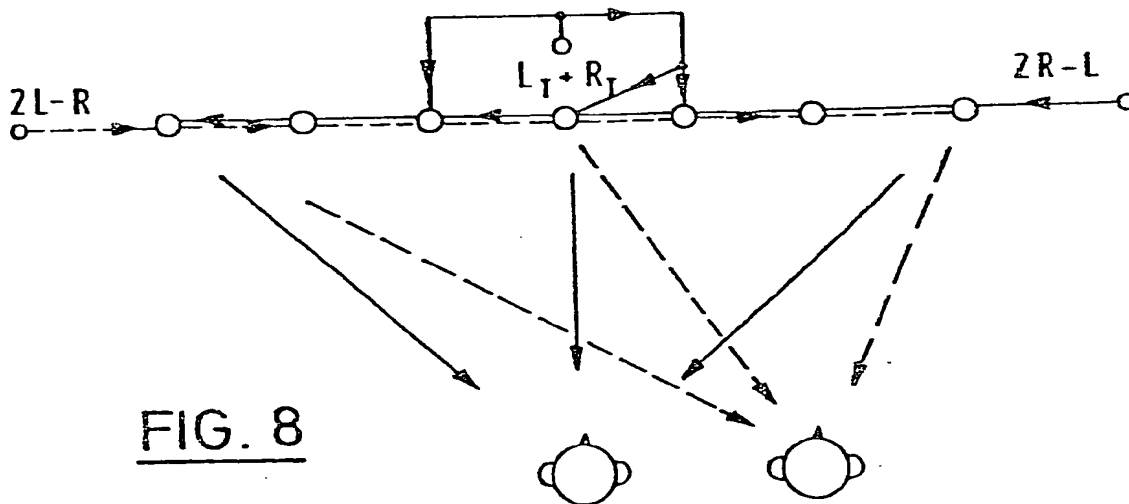
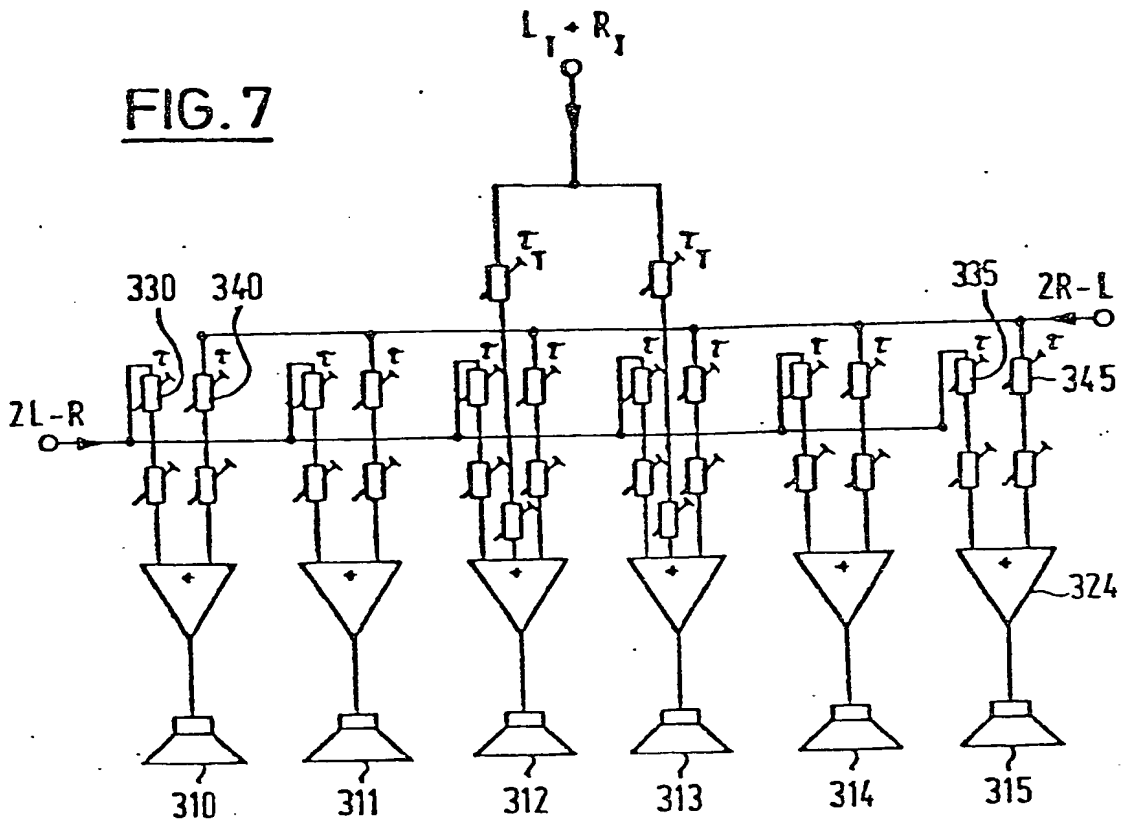


FIG. 6

FIG. 7FIG. 8

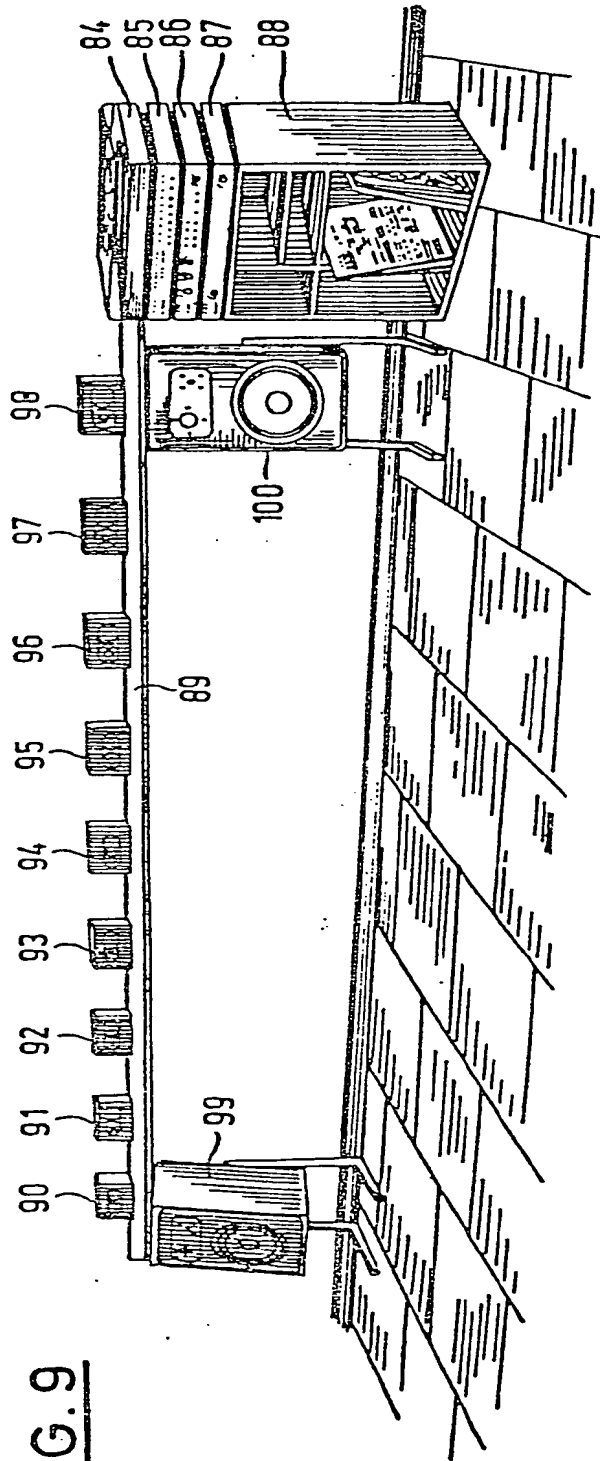


FIG. 9

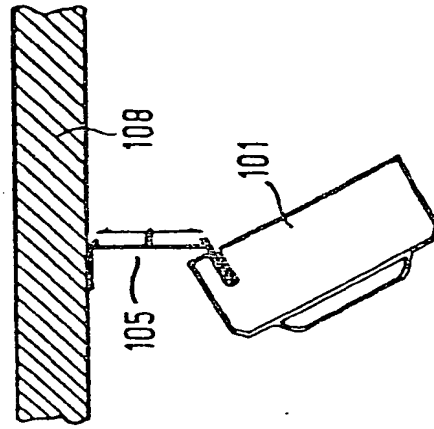


FIG. 10c

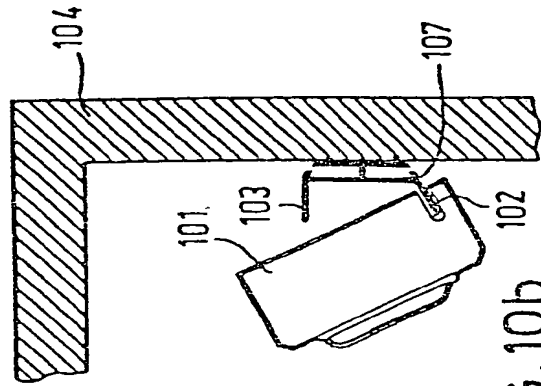


FIG. 10b

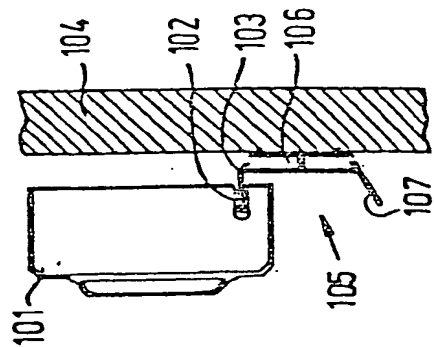


FIG. 10a

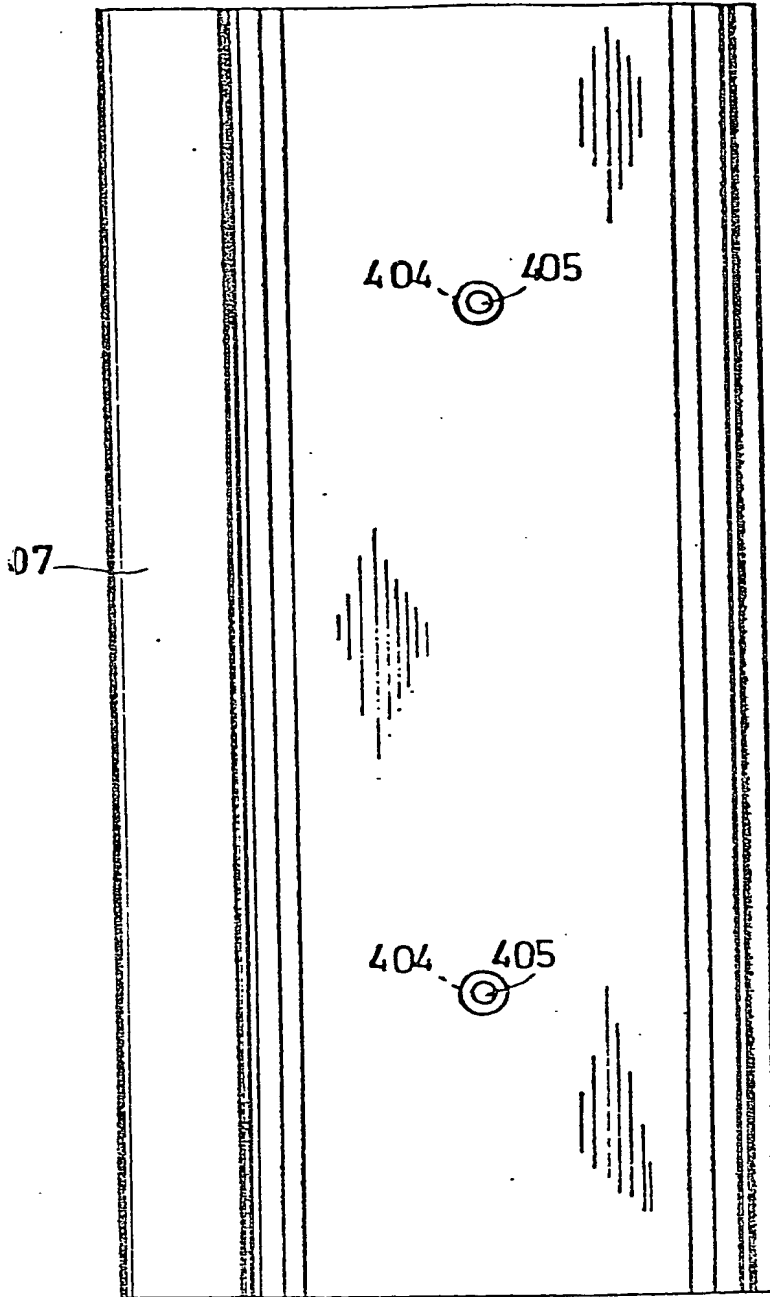


FIG. 12

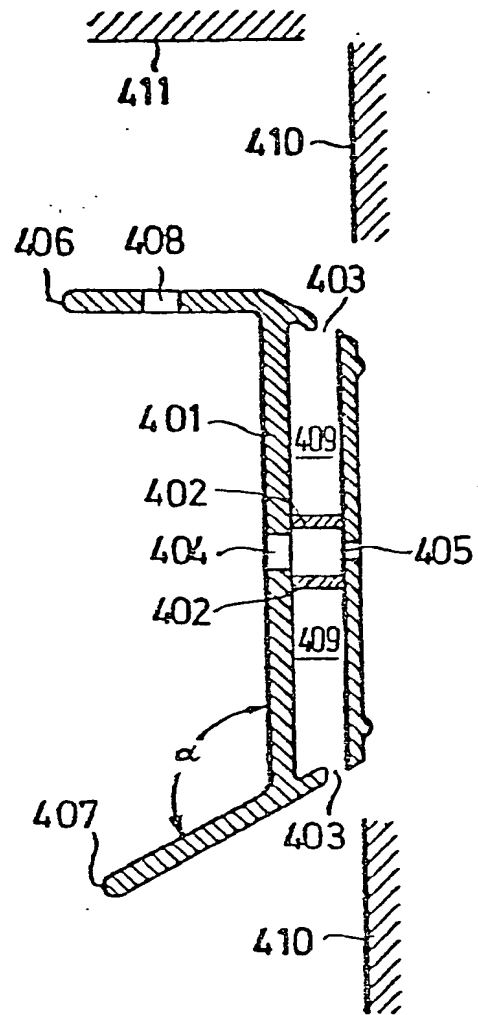
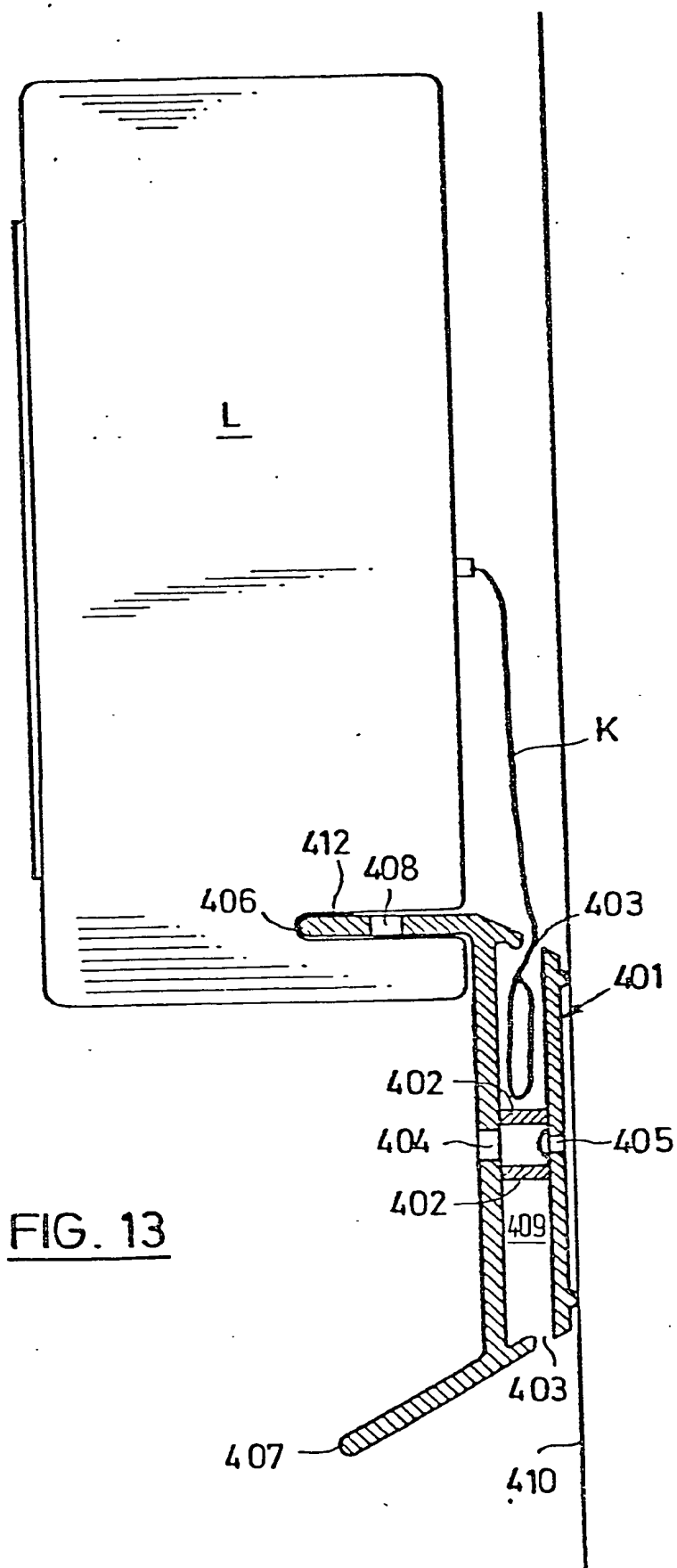
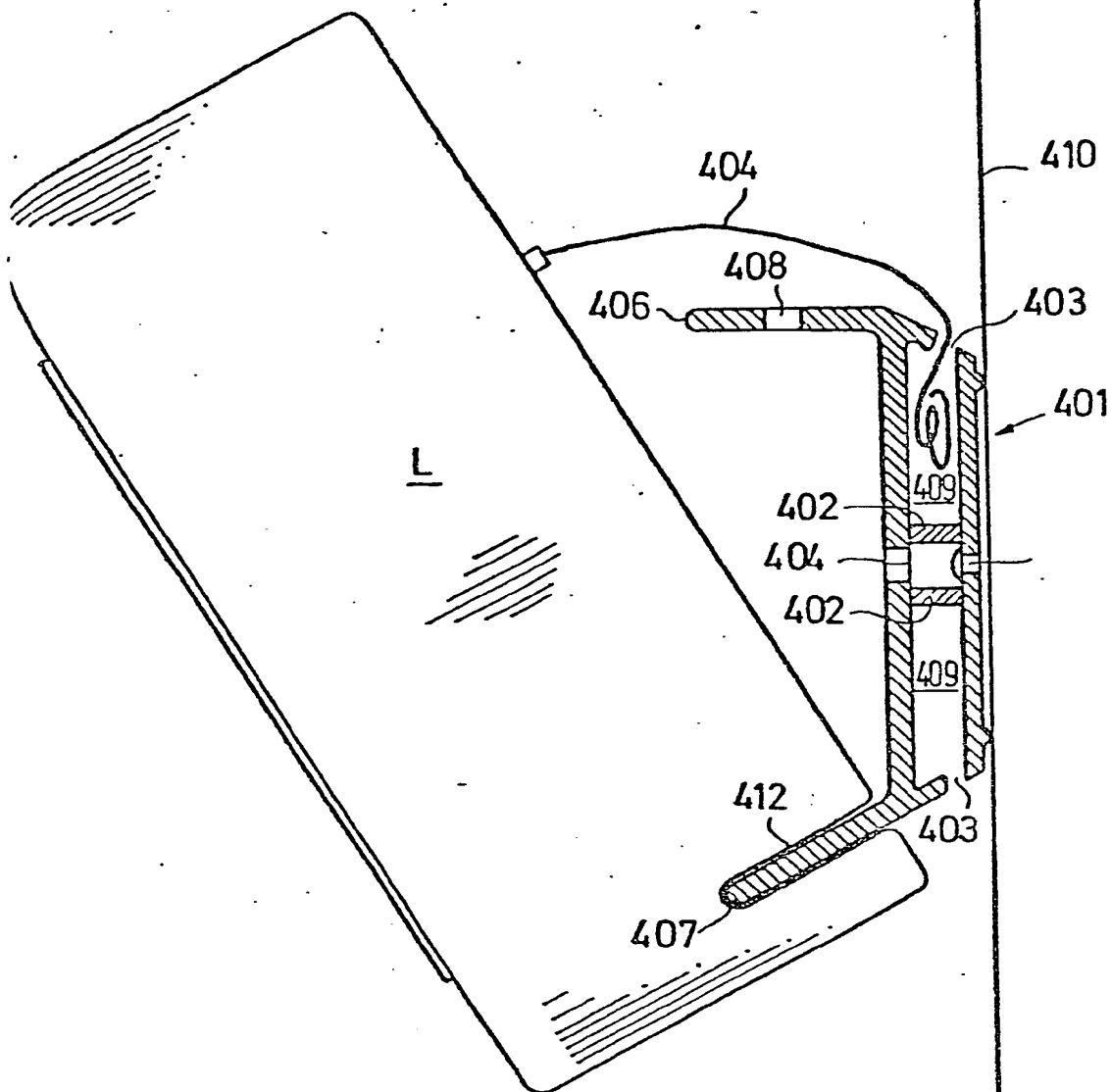
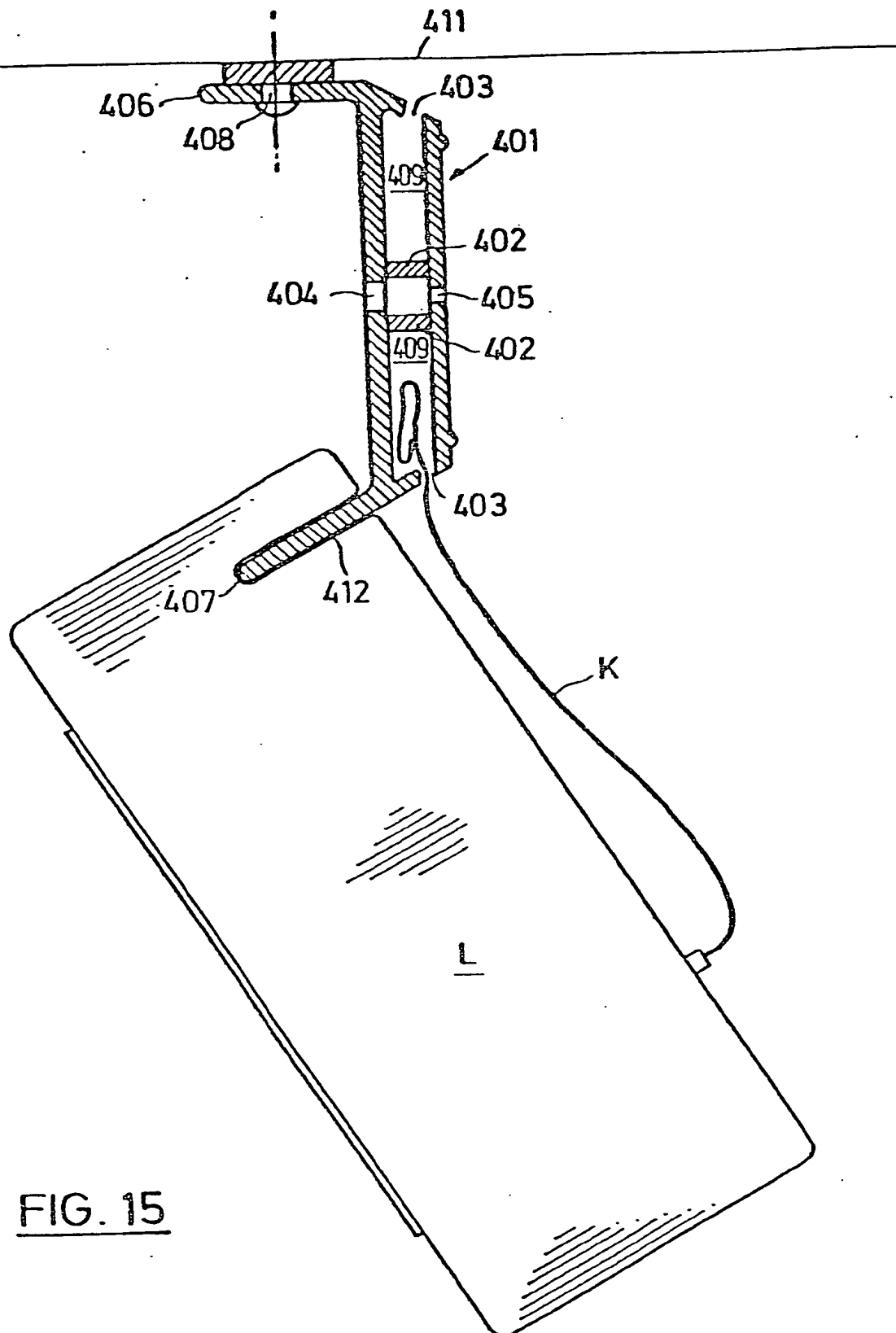


FIG. 11









Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0025118

Nummer der Anmeldung

EP 80 10 4595

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.)
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	betrifft Anspruch	
	WIRELESS WORLD, Band 77, Nr. 1424, Februar 1971, Seiten 67-70 London, G.B. E.J. JORDAN: "Loudspeaker Stereo Techniques" * Seite 65, rechte Spalte, Zeile 49 - Seite 70, Mittelspalte, Zeile 19; Abbildungen 13,14 * --	1,6,7, 9,18, 23	H 04 R 5/02 H 04 S 1/00
D	US - A - 4 105 864 (BERKOVITZ) * Spalte 7, Zeilen 30-35; Spalte 8, Zeile 62 - Spalte 9, Zeile 10; Spalte 9, Zeile 67 - Spalte 10, Zeile 48; Abbildung 4 * --	1-3,8- 11,15, 22-30	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.) H 04 R 5/00 5/02 5/04 1/40 3/00 H 04 S 1/00 3/00 5/00
P	RADIO MENTOR ELECTRONIC, Band 45, Nr. 10, Oktober 1979, Seite 352 Berlin, DE. "Stereo im Ganzen: Holophonie mit neun Mittel-Hochtönen" * Insgesamt *	1-33	
A,D	FUNKSCHAU, Heft 23, 1957, Seiten 633-636 München, DE. W. BURCK: "Über elektrostatische Lautsprecher für grössere Frequenzbereiche" * Abbildung 6 *	1	KATEGORIE DER GENANNTE DOKUMENTE X: von besonderer Bedeutung A: technologischer Hintergrund O: nichtschriftliche Offenbarung P: Zwischenliteratur T: der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E: kollidierende Anmeldung D: in der Anmeldung angeführtes Dokument L: aus andern Gründen angeführtes Dokument &: Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument
A,D	DE - B - 2 112 516 (KURTZE) * Abbildungen 13,14 *	1	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
Den Haag	21-11-1980	YOULE	



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0025118

Nummer der Anmeldung

EP 80 10 4595

-2-

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.)
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der Maßgeblichen Teile	betrifft Anspruch	
A, D	<u>DE - C - 844 169 (KLANGFILM)</u> * Ansprüche 1,2; Abbildungen 2, 3,4 *	1	
	--		
A	<u>DE - A - 2 637 881 (SARMIENTO)</u> * Abbildungen 1-4 *	1	

			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.)

THIS PAGE BLANK (USPTO)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ **BLACK BORDERS**

☒ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)